



Potencia nuclear: *su alcance*

Hemos considerado ya en la entrega de octubre la principal aplicación de la energía nuclear: el **reactor nuclear**.

Su empleo para la producción de electricidad en grandes usinas está ya consagrado. En los países más desarrollados no alcanzan los dedos de las manos para enumerar las usinas nuclear-eléctricas en funcionamiento. Para precisar, se eleva a 18 el número de las grandes usinas de este tipo a terminarse antes de 1972 en los Estados Unidos, con una potencia total de 5.610 megawatts.

Ofrece **ventajas** la usina nuclear sobre la térmica convencional?

Por lo pronto, el volumen del combustible: la usina térmica convencional traga miles de toneladas diarias de carbón o petróleo. Esto limita su emplazamiento cerca de una mina o de un río navegable, hasta donde puedan ser transportadas y almacenadas en grandes playas esas ingente cantidades de combustible. Los gastos de transporte pueden ser bien considerables. Una usina nuclear, en cambio, puede ser construida en cualquier lugar con suficiente abastecimiento de agua. Cada carga de combustible nuclear (unas cuanta toneladas), puede durar varios meses y hasta algunos años, según el tipo de reactor y su potencia. Como exageración se dice que

la usina nuclear-eléctrica acarrea consigo su mina de combustible.

La desventajas consisten primariamente en el alto costo de la instalación inicial: uranio, moderador, protección, intercambiadores de calor, y el complicado sistema de seguridad necesario para prevenir cualquier accidente. El ulterior suministro de uranio, y en especial su constitución, es otro problema a estudiar con toda atención. No se ha disipado todavía la polvareda levantada a principios de año acerca del combustible a emplear en nuestra primera usina nuclear-eléctrica a instalarse en Atucha. ¿Uranio enriquecido o uranio natural?

Recordemos que el U-natural es el extraído del mineral, y que tiene un núcleo de U-235 por cada 140 núcleos de U-238. Siendo el U-235 el núcleo más fisiónable conviene tratar al U-natural para **enriquecerlo** en U-235, es decir, para aumentar su concentración de modo tal que la proporción del mismo sea mayor que la de 1 en 140. Este proceso de enriquecimiento, empero, requiere instalaciones costosísimas, tan costosas que sólo pocos países disponen de ellas. El empleo de U-enriquecido en nuestra futura usina de Atucha no haría dependientes de esos pocos países, Estados Unidos en particular. Esta ha sido la razón principal que inclinó la balanza hacia el U-natural, por fortuna abundante en nuestro país.

Desafortunadamente la cosa es más compleja. El reactor a U-natural exige el empleo de agua pesada como moderador, no así el reactor U-enriquecido que puede operar con agua común. En cantidad apreciables al agua pesada se produce en Estados Unidos y Canadá. La cuestión de la dependencia no ha podido quedar solucionada por el momento. Mediante la erección de una fábrica de agua pesada en nuestro país se lograría la anhelada independencia en materia de reactores, pero esta es una vía tan onerosa que podría convertirse en antieconómica.

TRANSPORTE

Gran avance ha sido alcanzado en el uso del reactor nuclear en la navegación. Su finalidad es similar a la de los reactores ya vistos, la generación de calor en orden a producir vapor.

En las naves ese vapor acciona las turbinas acopladas a la hélice.

El submarino americano Nautilus fue el primero en ser accionado por un reactor nuclear en lugar de las calderas convencionales. Lanzado en enero de 1955, navegó 96.500 kilómetros con su primera carga de uranio, unos 4 kilos de uranio enriquecido. Para cubrir la misma distancia usando "diesels" habría tenido que quemar más de 11 millones de litros. Tres años más tarde se sumergió durante 63 horas y unos 3.000 kilómetros por debajo del casquete helado del polo norte. Una proeza más notable todavía fue realizada por el Tritón, gemelo del Nautilus.

Rodeó toda la tierra debajo del agua con una tripulación de 150 hombres, recorriendo 58.000 kilómetros en 84 días.

En febrero de 1962 el primer carguero nuclear se hizo a la mar. Fue bautizado con el mismo nombre del primer barco a vapor que cruzó el Atlántico: Savannah. Desplaza 22.000 toneladas cuando está totalmente cargado. Le siguió el rompehielos Lenin, que tiene suficiente potencia para abrirse paso a través de una corteza helada de unos 2 metros.

Los planos ya están listos para un carguero nuclear submarino. Hundiéndose las aguas a unos 100 metros de profundidad este carguero podría evitar las tormentas y los vientos adversos que disminuyen el empuje de los cargueros superficiales, y podría navegar por debajo de los "icebergs", lo que permitiría tener todo el año abierta la ruta desde Inglaterra a los puertos norteros del Canadá.

ISOTOPOS RADIOACTIVOS

El oro puede ser producido bombardeando mercurio con neutrones. Tan sólo una desventaja se opone a la fabricación del oro, la extracción del oro natural es menos costosa. Un método similar es empleado para la obtención de radioisótopos, que desde su punto de vista son mucho más útiles que el oro. El empleo de radioisótopos ahorra anualmente a la industria británica alrededor de 5 millones de libras esterlinas y aproximadamente 500 millones de dólares a la americana.

El uso de los radioisótopos no es nuevo. Se remonta al año 1913, en que se empleó un isótopo natural del radio, de donde provino su nombre. Lo nuevo, en la actualidad, consiste en que los radioisótopos son producidos en gran escala.

Recordemos que el isótopo radioactivo es aquel que emite algunas de las radiaciones conocidas, alfa, beta o gamma. Algunos se encuentran en la naturaleza, pero la mayor parte proviene de diferentes fuentes artificiales. Algunos son fragmentos de la fisión del uranio, como el iodo-131 usado como trazador en la tiroides, otros se pueden lograr bombardeando elementos con partículas cargadas en un ciclotrón, pero los más son producidos sometiendo el correspondiente elemento inactivo a la acción de los neutrones en un reactor nuclear, como sucede con el cobalto y el oro. Este uso del reactor nuclear es de los más importantes en la actualidad.

Cuando el cobalto natural inactivo es colocado dentro del reactor contiene 27 protones y 32 neutrones, arrojando un peso atómico de 59, es el Co_{59} . Cada núcleo de Co tiene la propiedad de absorber un neutrón, convirtiéndose en un núcleo de 27 protones y 33 neutrones, dando un peso atómico de 60; es el Co_{60} , que emite los rayos gamma usados en radioterapia.

Algunos radioisótopos pueden ser usados como salen del reactor. En otros muchos casos se re-

quiere un refinamiento químico especial para separarlos del material que sirvió de soporte, o bien, de una mezcla complicada de otros radioelementos. Separar el radio-iodo, el radio-fósforo y el radio-carbón, es ya tarea de rutina. La separación de otros se presenta más difícil y riesgosa, es todavía una cuestión de cuidadosa técnicas experimentales, las cuales han de ser practicadas en celdas bien apantalladas y mediante manejo remoto para protegerse contra las radiaciones emitidas por los radioisótopos.

A causa de la investigación y de las aplicaciones, a menudo es necesario hacer compuestos químicos específicos que contengan átomos de cierto elemento radiactivo. En el proceso de hacer estos compuestos "marcados" por un elemento radiactivo el químico ha de usar de mucho más ingenio que el químico ordinario. Este puede obtener los compuestos deseados a partir de fuentes naturales, como el benceno del carbón, el azúcar y los carbohidratos de las plantas. En el caso, empero, que nos ocupa, el químico debe partir del dióxido de carbono cuyos átomos de carbono son los radiactivos carbono-14. No sólo por esto la tarea es dificultosa, sino también porque el carbono-14 es relativamente caro y por tanto se ha de usar con toda parsimonia. A menudo la investigación a la cual está destinado el compuesto requiere que el átomo radiactivo deba ser colocado en una cierta posición dentro de la molécula. Esto exige aún más ingeniosidad. Tan extremadamente laborioso se presenta a veces este complejo proceso en el laboratorio, que es más fácil y rápido dejar que un organismo viviente haga la tarea. Así el azúcar y el almidón "marcados" son elaborados por fotosíntesis en las hojas verdes de la caña de azúcar y de las plantas de tabaco. Fotosíntesis es el proceso de producción de un compuesto por la acción de la luz. Bajo la acción de la luz las hojas verdes de la planta son capaces de convertir el dióxido de carbono activado y el agua en azúcar y almidón. Los deseados compuestos "marcados" son luego separados de las hojas.

Todavía el radioisótopo ha de ser embalado para el uso a cumplir. Puede ser en forma de una fina aguja para uso en medicina, o, por el contrario, una fuente de cobalto-60 para uso en hospitales emite una radiación gamma tan intensa que ha de ser encerrada en una cápsula de plomo de altura como de un hombre y cerca de 8 toneladas de peso. Aún así la superficie externa de la cápsula resulta notablemente caliente al tacto.

Cada radioisótopo tiene su "vida mitad" característica, y ésta varía mucho de uno a otro. Mientras la del carbono-14 es de 5.500 años y la del cobalto-60 es de 5,3 años, lo que permite almacenarlos y enviarlos por barco, el sodio-24 tiene apenas 15 horas. Los de vida mitad corta ofrecen dificultad para su envío. En efecto, el sodio-24, p. e., decae a la mitad después de apenas 15 horas, y al final de otras 15 horas sólo queda la cuarta parte de la cantidad inicial. Podrán ser usados tan sólo en las cercanías del lugar de producción. En el laboratorio física nuclear más grande de Norte América, el Brookhaven National Laboratory, el centro médico se alinea a continuación de los reactores. Por medio de tubos neumáticos los radioisótopos de vida mitad muy corta, como el cloro-38 (37 minutos), pueden ser aplicados al paciente sólo 15 minutos después de haber sido retirado del reactor.

Se comprende así la importancia de los reactores locales. Entre nosotros cumplen con la tarea de producir radioisótopos de vida corta los reactores RA-1 y RA-2 situados en Avda. Constituyentes y Gral. Paz. Pronto reforzará esa producción el ya terminado y mucho más grande RA-3 situado en Ezeiza.

Los elementos radioactivos invaden actualmente un amplio campo de la investigación y de la industria. Su mera enumeración sería tediosa y, por otro lado, su descripción aunque somera excedería los límites de esta nota. Podría ser, en cambio, tema para artículos futuros.

Ricardo J. Cocito S. J.

(Viene de la pág. 28).

La **sumisión** supone un proceso de despersonalización, pues el sujeto se despoja de sí mismo y se convierte en un objeto a merced del mandante sin ejercer sus funciones específicamente humanas.

En cambio la **subordinación** supone un proceso de personalización.

El sujeto **adhiera** volitiva y racionalmente a una organización.

En este proceso se afianza como persona y ejercita sus funciones específicas. Es un proceso activo y no pasivo como la sumisión.

Del mismo modo la tendencia real hacia la democratización efectiva es sin duda el factor más importante. La democracia como forma de vida sostiene fundamentalmente el principio de

respeto a la personalidad humana y a su desarrollo. Coloca lo humano como una idea central del quehacer todo. Según Dewey, las relaciones de tipo democrático son aquellas caracterizadas por un máximo grado de contacto entre los miembros de un grupo. Caracteriza al grupo democrático el poseer o tender hacia la multiplicación de lazos entre sus individuos. Las constantes son: respeto por la soberanía del individuo y la necesidad de una comunicación nuclear. En este sentido, **relaciones humanas** y **relaciones públicas** persiguen el mismo ideal y se basan en los mismos fundamentos. Ambas tratan en sus finalidades de poner lo humano como valor matriz, en forma tal que determine la correcta orientación de la conducta de personas y grupos sociales.

Alfredo Roque Corvalán